DiCAM–PRO

Bedienungsanleitung



Sicherheitshinweise

Lesen Sie vor Inbetriebnahme Ihrer Kamera die folgenden Hinweise zu Ihrer eigenen Sicherheit sowie zur Betriebssicherheit des Gerätes gründlich durch.

- Achten Sie stets darauf, daß bei Betrieb des Kamerasystems nicht zuviel Licht auf den Bildverstärker (Objektiv) fällt. Während Betriebspausen sollten Sie aus Sicherheitsgründen immer den Schutzdeckel auf das Objektiv stecken.

- Betreiben Sie die Kamera niemals an Standorten, an denen die Gefahr besteht, daß Wasser und feiner Staub eindringen könnte.

- Die Standfläche für das Gerät sollte ausreichend stabil sein, weil durch Erschütterungen, wie etwa bei Herabfallen das Gerät schwer beschädigt werden könnte. Verwenden Sie daher zum Befestigen der Kamera ausschließlich die dafür vorgesehenen Befestigungslöcher an der Kameraunterseite.

- Trennen Sie die Kamera vor einer Reinigung stets zuerst vom Netz. Verwenden Sie keine Flüssigreiniger oder Reinigungssprays, sondern ausschließlich ein weiches, trockenes Tuch.

- Versuchen Sie niemals, Gegenstände durch die Öffnungen am Gerät einzuführen, da durch die Spannung, die im Inneren der Kamera anliegt, Kurzschlüsse oder Stromschläge verursacht werden könnten.

- Die Öffnungsschlitze am Kameragehäuse (Unterseite und Rückseite) dienen der Ventilation. Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten und einer Überhitzung der Kamera vorzubeugen, müssen diese Ventilationsschlitze unbedingt freigehalten werden.

- Achten Sie darauf, daß das Netzkabel nicht defekt oder abgenutzt ist. Achten Sie außerdem darauf, daß die Kabelverbindung zur Kamera und zum Kameranetzteil keine Behinderung darstellt.

- In folgenden Fällen sollten Sie die Kamera vom Netz trennen und sich mit dem Kundenservice in Verbindung setzen:
  - Wenn Netzkabel oder Stecker abgenutzt oder beschädigt sind.
  - Wenn Wasser oder andere Flüssigkeiten in das Gerät gelangt sind.
  - Wenn das Gerät trotz Befolgen der Bedienungsanleitung nicht ordnungsgemäß funktioniert.
  - Wenn die Kamera heruntergefallen oder das Gehäuse beschädigt worden ist.
  - Wenn das Gerät auffällige Abweichungen vom Normalbetrieb zeigt.

Sicherheitshinweise zum sicheren Umgang mit Bildverstärkern

In der Kamera ist ein hochempfindlicher Bildverstärker eingebaut, der mit Spannungen von einigen kV angesteuert wird. Um Schäden oder Qualitätseinbußen des Bildverstärkers zu vermeiden, sollte die Kamera nicht mit zuviel Lichteingangssignal betrieben werden. Entscheidend für die Lebenszeit der Photokathode und vom Empfindlichkeitsabfall des Bildverstärkers ist die Dauer und Menge des einfallenden Lichts. Bei zu starker Lichtquelle können bereits wenige ms oder µs ausreichen um die Photokathode zu schädigen.
Die Photokathode ist eine dünne chemische Schicht (Layer), welche die einfallenden Photonen in Photoelektronen umwandelt. Immer wenn Licht einfällt, wird dieser Layer ein Stück abgetragen, wenn viel Licht zulange einwirkt, entsprechend mehr. Im Extremfall wird der komplette Layer abgetragen und es entsteht auf der Photokathode ein irreversibler schwarzer Fleck. Die Photokathode ist dann an dieser Stelle für immer „blind“ und kann nicht mehr repariert werden.
Werden helle Objekte, wie z.B. Lampen oder Tageslicht aufgenommen (z.B. bei Justagearbeiten oder Testaufnahmen), kann die Photokathode dauerhaft beschädigt werden, auch wenn am Monitor noch kein Bild oder nur sehr wenig Aussteuerung zu erkennen ist.

Eine Veränderung der Verstärkung „Gain“ (=MCP-Verstärkung) hat keinen Einfluss auf die Photokathode, da sich die MCP hinter der Photokathode befindet. Es ist somit ein Trugschluss, dass bei einem überbelichteten Bild eine Verringerung des Gain-Wertes die Gefahr der Zerstörung der Photokathode beseitigt.

Zum sicheren Umgang mit der Kamera empfiehlt es sich, mit fast geschlossener Blende (große Blendenzahl) und kurzer Belichtungszeit zu beginnen. Die Verstärkung (Gain) sollte auf den maximalen Wert (100%) eingestellt werden. Wenn kein Bild sichtbar ist oder die Aussteuerung nicht ausreicht, kann die Belichtungszeit schrittweise erhöht bzw. die Blende schrittweise geöffnet werden.
Wenn die Kamera nicht benutzt wird, sollte immer die Schutzkappe montiert sein!

Anhaltswerte für die Lebensdauer
Die Halbwertslebendauer des Bildverstärkers (Abfall auf 50% der Empfindlichkeit) beträgt bei 1mlux Beleuchtung ca. 2000 Betriebsstunden. Bei 10-facher Beleuchtung sinkt die Lebensdauer auf ca. 200 Stunden ab.
Dieser Richtwert gilt für Dauerbeleuchtung sowie für Beleuchtungsstärken in den Größenordnungen von 1mlux.

Anmerkung

Im gegateten Betrieb besteht kein linearer Zusammenhang mehr zwischen Lichtstärke und Lebensdauer. Es können wesentlich höhere Beleuchtungsstärken verwendet werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Installation und Inbetriebnahme

2. Funktionsprinzip

3. Timing

4. Triggersteuerung

5. Kontrollsignale

6. Software

7. Wartung, Pflege- und Reinigungshinweise

8. Anhang

Bedienungsanleitung DiCAM-PRO
Version 11/2004

1. Installation und Inbetriebnahme

Das Kamerasystem DiCAM-PRO besteht aus Kamerakopf, PCI-Board und Netzteil. Um das System ordnungsgemäß zu betreiben, befolgen Sie bitte die nachfolgenden Hinweise.

1.1 Rechner

Systemvoraussetzungen

Das PCI-Board sollte in einen Rechner eingebaut werden, der folgende Anforderungen erfüllt (Mindestanforderung):

- PCI-Bus mit PCI-Chip Version 2.1 oder höher
- Intel Prozessor, Pentium oder AMD
- 128 MB RAM
- Mögliche Betriebssysteme
    - Microsoft Windows 95 Version 4.00.950b oder höher
    - Microsoft Windows 98 oder 98SE
    - Windows ME
    - Microsoft Windows NT 4.0 Workstation
    - Microsoft Windows 2000 Workstation
    - Microsoft Windows XP
    - Linux Kernel 2.2, vorzugsweise SuSE 6.3 oder neuer

Sollten Sie in einer Linux-Umgebung arbeiten, bitten wir Sie, sich mit PCO in Verbindung zu setzen.

Graphikkarte

Für eine optimale Darstellung der Bilder auf dem Monitor empfehlen wir die Verwendung hochwertiger Grafikkarten mit mindestens 4MB Arbeitsspeicher, vorzugsweise mit AGP-Bus Architektur.

Graphikeinstellungen

Die Kamera erzeugt 12 Bit Bilder (4096 Graustufen). Die Darstellung der schwarz/weiß Bilder auf dem Monitor erfolgt immer mit 8 Bit (256 Grausstufen), die Farbdarstellung bei Farbkameras mit 3x8 Bit (16,7 Millionen Farben).

Es stehen in der Regel mehrere Graphikeinstellungen zur Verfügung. Wir empfehlen die Einstellung von 24 bzw. 32 Bit mit 16,7 Millionen Farben.

(Da im 256 Farb-Modus 20 Farben von Windows intern verwendet werden, ist bei dieser Betriebsart nur eine Darstellung von maximal 236 Graustufen möglich. Deshalb werden für die schwarz/weiß Darstellung nur 7 Bit (128 Graustufen) verwendet.
Manche Grafikkarten benützen jedoch im 256 Farbmodus generell nur 6 Bit, d.h. es können nur 64 Graustufen auf dem Monitor dargestellt werden.)

Einbau des PCI-Boards in den PC

Achtung! Achten Sie beim Berühren des PCI-Boards grundsätzlich darauf, dass Sie **statisch entladen** sind. Eine statische Aufladung kann zu einer Zerstörung der empfindlichen Elektronik auf dem Board führen. In diesem Fall kann kein Gewährleistungsanspruch geltend gemacht werden!

PCI-Board Stecken Sie das PCI-Board in einen freien PCI-Slot Ihres PCs. Befestigen Sie den Haltebügel am PC Gehäuse mit der dafür vorgesehenen Schraube.
Achten Sie darauf, dass die Karte keine leitenden Teile (z.B. Gehäuse, andere Steckkarten, Lüfter, etc.) berührt.
Der verwendete PCI-Slot muss **masterfähig** sein. Bei manchen Rechnern ist zusätzlich notwendig, den PCI-Slot und die Masterfähigkeit im BIOS zu ‘enablen’!

1.2 Installation des Hardwaretreibers

Sie können die Kamera unter Windows9x/ME/2000/NT oder Linux betreiben.

Installation unter Windows 9x/ME/2000/XP

Neuinstallation des Hardwaretreibers

Wenn Sie Windows9x/ME/XP oder Windows 2000 installiert haben, sollte der Rechner beim Einschalten die neue Hardwarekomponente (PCI-Board) automatisch erkennen und Sie auffordern, die entsprechende CD einzulegen.

Zur Installation lesen Sie bitte die aktuellen Informationen in der Datei readme.txt, die sich auf der CD befindet.

Update des Hardwaretreibers

Zum Aktualisieren eines bestehenden Treibers, laden Sie bitte den neuesten Treiber vom Internet unter http://www.pco.de.

Zur Installation lesen Sie bitte die aktuellen Informationen in der Datei readme.txt, die Sie automatisch mit den Treiberdateien herunter laden.
Die Treiber können u.U. komprimiert sein. In diesem Fall müssen die komprimierten Dateien mit einem geeigneten Programm (z.B. ZIP Programm) dekomprimiert werden.

Installation unter Windows NT

Installation des Hardwaretreibers

Wenn Sie die Kamera unter Windows NT installieren, müssen Sie als Benutzer Administrationsrechte haben. Melden Sie sich dazu als Administrator an.

Zur Installation lesen Sie bitte die aktuellen Informationen in der Datei readme.txt auf der CD bzw. nach Herunterladen des Treibers aus dem Internet.

Installation unter Linux

Der Linuxtreiber befindet sich auf der beigefügten CD oder kann vom Internet unter http://www.pco.de herunter geladen werden.
Die Treiber können u.U. komprimiert sein. In diesem Fall müssen die komprimierten Dateien mit einem geeigneten Programm (z.B. ZIP Programm, TAR Programm) dekomprimiert werden.
Lesen Sie bitte die readme-Datei für weitere Instruktionen zur Installation.

1.3 Installation der Software „CamWare“

CamWare ist eine 32 Bit Windows Applikation. Es können mit CamWare alle Kameraparameter eingestellt werden. Die Bilder werden am Monitor dargestellt und können z.B. auf der Festplatte abgespeichert werden. Detaillierte Informationen zur CamWare finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare’.

CamWare befindet sich auf der beigefügten CD. Sollten Sie diese CD nicht greifbar haben, kann die aktuelle Version vom Internet unter http://www.pco.de kostenlos herunter geladen werden.

Installation von CD

Sollte die CD nach dem Einlegen keinen automatischen Start durchführen, starten sie manuell die Datei **starter.exe** durch doppelklicken.
Wählen Sie nun die verwendete Kamera und die Software CamWare.

Installation vom Internet

Laden Sie CamWare vom Internet in ein gewähltes Verzeichnis. Die herunter geladene Datei muss mit einem geeigneten Programm (z.B. ZIP Programm) dekomprimiert werden. Anschließend starten Sie die Installation mit setup.exe.

Aktuelle Informationen zur Installation von CamWare finden Sie in der Datei readme.txt!

Zur Installation von CamWare unter Windows 2000, Windows NT oder Windows XP müssen Sie Administratorsrechte haben.

Hinweis

Starten Sie auch nach der Installation von CamWare den Rechner neu!

Das Installationsprogramm überträgt alle notwendigen DLL und OLE Files in die entsprechenden Windows Verzeichnisse. Dabei wird automatisch geprüft, ob ältere Versionen vorhanden sind, die dann gegebenenfalls durch die Neuen ersetzt werden. Vom Windows werden alle "registry"-Eintragungen vorgenommen.
Wenn zu einem späteren Zeitpunkt das Programm vom Rechner gelöscht werden soll, kann in
START - EINSTELLUNGEN - SYSTEMSTEUERUNGEN - SOFTWARE
eine De-Installation veranlaßt werden.

Nach erfolgreicher Installation befindet sich die Programmgruppe ‘Digital Camera Toolbox’ im Programmverzeichnis. Von dort aus können Sie CamWare starten. Es werden in die gleiche Programmgruppe noch weitere nützliche Tools installiert.

Hotline

Sollten bei der Installation Probleme auftreten, helfen wir Ihnen gerne weiter unter Telefon 09441/2005-0, Fax 09441/2005-20 oder Email support@pco.de.

1.4 Kamera und PCI-Board

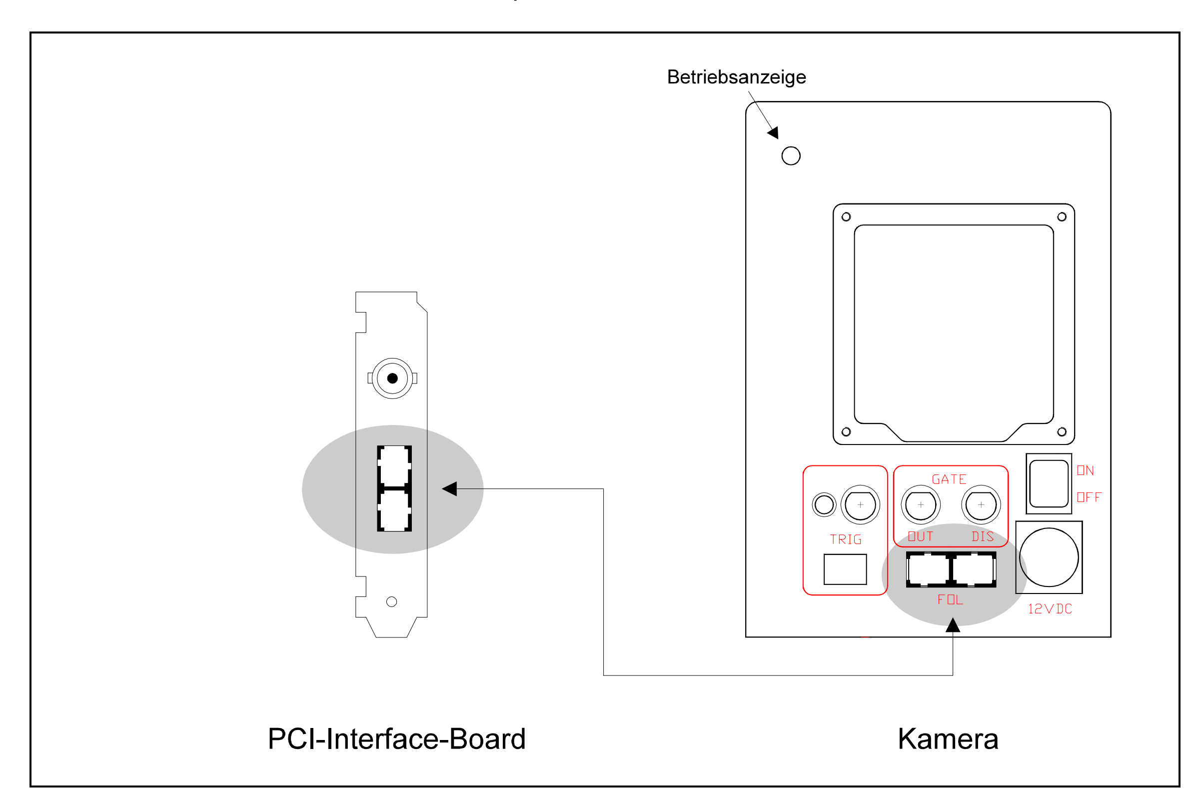
Stellen Sie vor Inbetriebnahme

- die **Stromversorgung** zur Kamera und
- den **seriellen Anschluß** zwischen Kamera und PCI-Board mit dem mitgelieferten Kabel her.

Der serielle Anschluß erfolgt durch einen Lichtwellenleiter (**Fi**-ber **O**ptic **L**ink, FOL)

Lichtwellenleiter FOL

Entfernen Sie die schwarzen Schutzkappen an der Kamera und am PCI-Board.
Nehmen Sie die beiden kleinen Schutzkappen von den beiden Steckern des Lichtwellenleiterkabels vorsichtig ab. Stellen Sie nun die Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board her. Eine Vertauschung der beiden Leitungen ist durch die Bauart der Stecker ausgeschlossen. Die Stecker müssen **leicht** in die Buchse passen. Wenden Sie keine Gewalt an!



Achtung!

Achten Sie stets darauf, daß das orange Lichtwellenleiterkabel nicht geknickt oder über Kanten belastet wird (z.B. durch Betreten). Weiterhin empfehlen wir, nach Abstecken der Stecker sofort wieder die Schutzkappen anzubringen, um die empfindlichen Lichtleiter vor Staub zu schützen.
Die kleinen Schutzkappen gehen leicht verloren. Achten Sie darauf, daß diese Kappen an einem sicheren Ort aufbewahrt werden.

1.5 Objektivanschluß

Objektivanschluß

Im Lieferumfang der DiCAM-PRO ist ein Objektivadapter für Nikonobjektive (F-Mount) enthalten, der bereits an der Kamera montiert ist. Der Adapter ist mit drei Inbusschrauben am Kamerагehäuse befestigt und kann bei Bedarf leicht abmontiert werden. Es können auch eigene Adapter verwendet werden. Achten Sie dabei auf das richtige Auflagemaß.

Hinweis

C-Mount Objektive sind zum Betrieb mit 25mm Bildverstärkern nicht geeignet, da sie die gesamte Photokathode nicht ausleuchten.

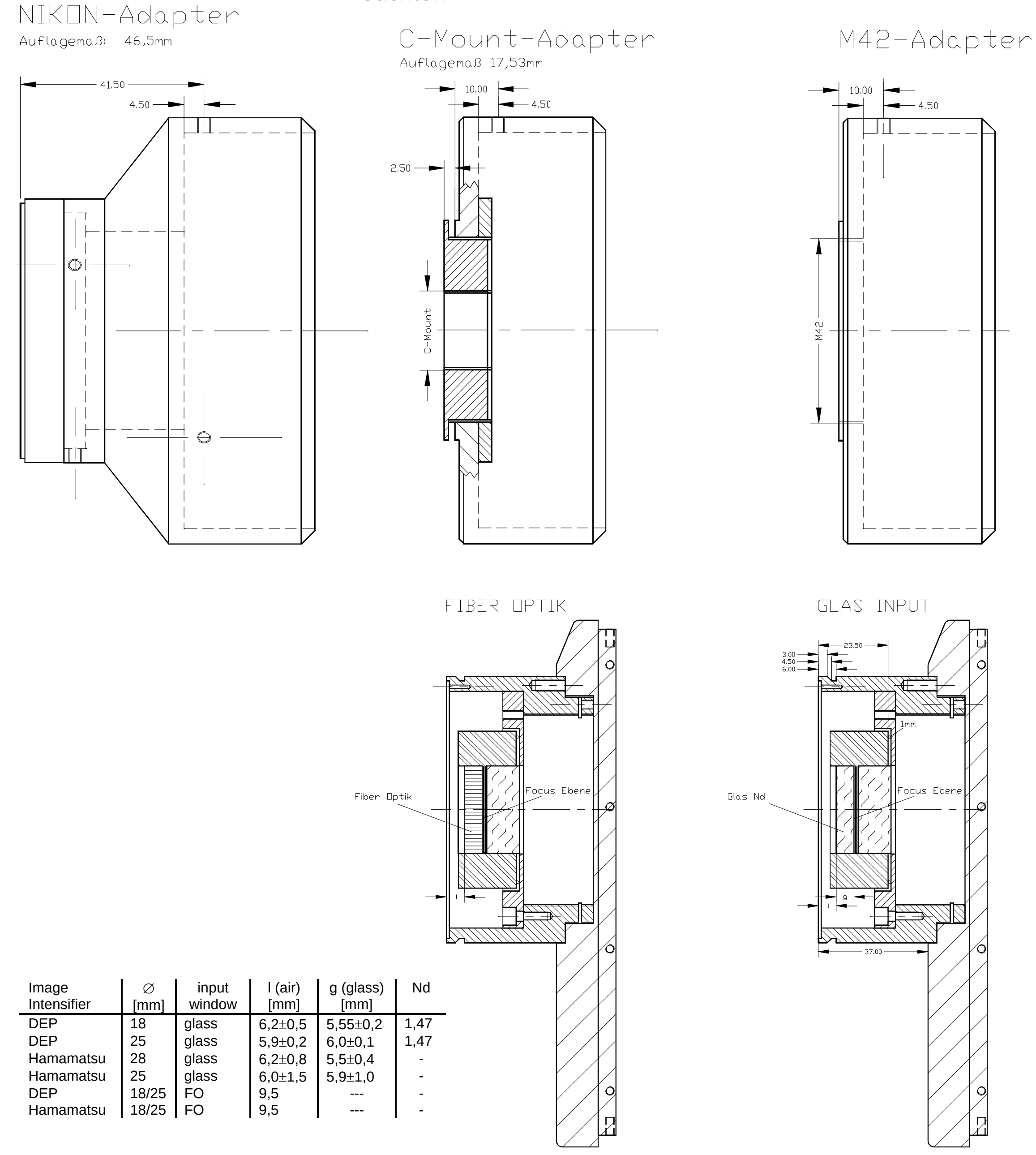


Image Intensifier	∅ [mm]	input window	l (air) [mm]	g (glass) [mm]	Nd
DEP	18	glass	6,2±0,5	5,55±0,2	1,47
DEP	25	glass	5,9±0,2	6,0±0,1	1,47
Hamamatsu	28	glass	6,2±0,8	5,5±0,4	-
Hamamatsu	25	glass	6,0±1,5	5,9±1,0	-
DEP	18/25	FO	9,5	---	-
Hamamatsu	18/25	FO	9,5	---	-

Abbildung: Frontplatte mit Plazierung des Bildverstärkers

1.6 Inbetriebnahme

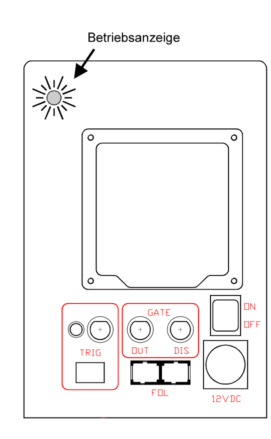
Überprüfen Sie, ob folgende Verbindungen hergestellt wurden:

- PCI-Board im Rechner fest eingebaut
- Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board durch Lichtwellenleiter
- Stromversorgung vom Netzgerät
- Objektiv montiert
- Schutzdeckel **auf** dem Objektiv

Rechner einschalten

Schalten Sie den Rechner ein, aber starten Sie noch nicht das Programm CamWare.

Kamera einschalten



Schalten Sie die Kamera an der Kamerarückseite ein (POWER) und beobachten Sie die Betriebsanzeige (LED).
Bei korrektem Anschluß blinkt die Leuchtdiode für ca. 2-3 Minuten **rot-grün**. Während dieser Zeit wird das System auf ca. -12°C heruntergekühlt.
Anschließend wechselt die Leuchtdiode auf **grün-dauer**. Jetzt ist die notwendige Betriebstemperatur erreicht und es können Messungen durchgeführt werden.
Sollte die Leuchtdiode **rot-dauer** leuchten, ist ein Hardwarefehler aufgetreten.

Entnehmen Sie der nachfolgenden Tabelle mögliche Ursachen für einen Hardwarefehler.

Zusammenfassung der möglichen Zustände der Betriebsanzeige (LED)

Farbe der LED	Zustand
rot dauer	**Hardware Fehler!** Mögliche Ursachen: • Die Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board ist unterbrochen. • Defektes Kabel • Rechner ist ausgeschaltet • Die Temperatur des CCD-Sensors ist größer 65°C (automatische Sicherheitsabschaltung)
rot / grün blinkend	System betriebsbereit, jedoch ist die optimale Funktion des CCDs noch nicht gegeben, da die Kamera ihre Betriebstemperatur (-11 ... -15°C) noch nicht erreicht hat. Nach ein paar Minuten wechselt die LED in den Dauerzustand grün. Sollte dieser blinkende Zustand dauerhaft bleiben, so liegt ein Problem mit der Kühlung vor. Wenden Sie sich in diesem Fall an den PCO Support.
grün dauer	**System vollständig betriebsbereit!**

CamWare starten

Starten Sie das Programm „CamWare“ im Verzeichnis *Programme – Digital Camera ToolBox.*
Informationen zu CamWare finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare’.

2. Funktionsprinzip

Die im Kamerakopf aufgenommenen Bilder werden durch eine serielle HighSpeed Datenübertragung zum PCI-Board im Computer übertragen. Die Daten stehen für den Anwender im Arbeitsspeicher des Rechners zur weiteren Verwendung zur Verfügung.
Mit der im Lieferumfang enthaltenen Software „CamWare“ kann die Kamera von der Windows Oberfläche aus gesteuert und die aufgenommenen Bilder können am Monitor dargestellt werden.
Mit der Recorder-Funktion lassen sich Bildsequenzen aufnehmen und als „Film“ wiedergeben.
Der maximale Speicherplatz für die aufgenommenen Bilder ist ausschließlich von der Größe des Arbeitsspeichers des Rechners (RAM) abhängig.

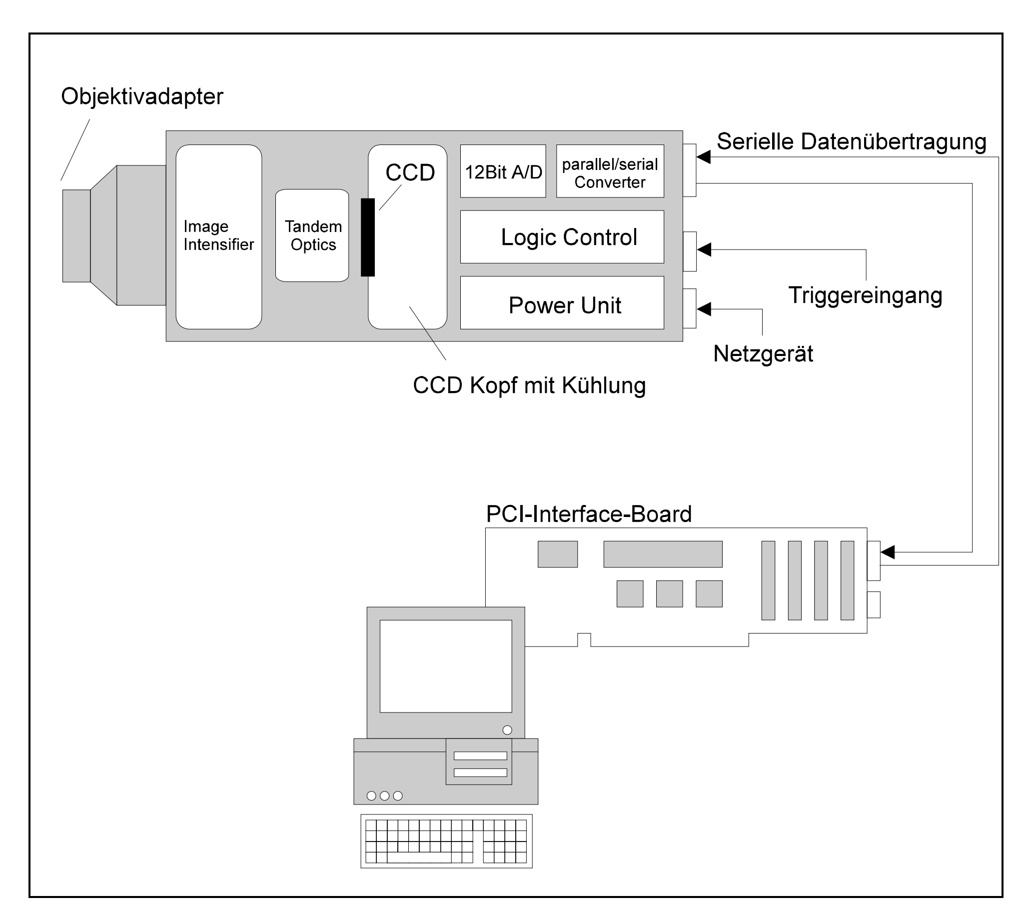
Bei Aufruf des Programms CamWare wird der Kameratyp automatisch erkannt.

Informationen zu CamWare finden Sie in der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare’.

2.1 Blockschaltbild und interner Datenfluß

Blockschaltbild

Im nachfolgenden Blockschaltbild ist die Struktur des Gesamtsystems dargestellt.



Interner Datenfluß

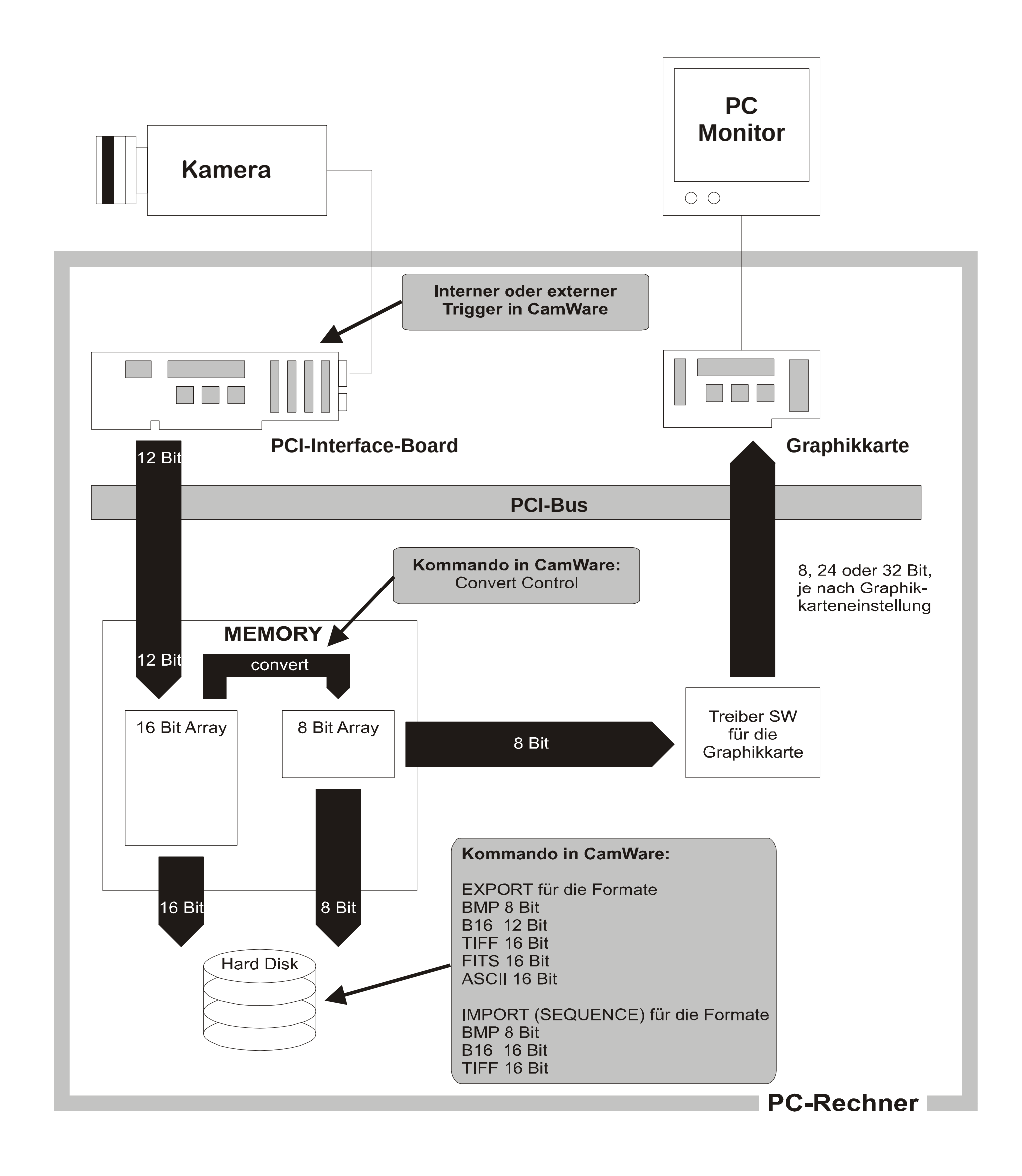
Das PCI-Board holt sich die 12 Bit Daten von der DiCAM-PRO und sendet sie über den PCI-Bus in ein 16 Bit Array (PC Memory). Dabei werden die oberen 4 Bit zu Null gesetzt. Die 16 Bit Daten werden automatisch in ein 8 Bit Array konvertiert, wo sie für die Grafikkarte zur Verfügung stehen. Je nach Grafikkartentreiber erfolgt die Darstellung am Monitor dann mit 8, 24 oder 32 Bit.

Speicherformate

Die 16 Bit bzw. 8 Bit Daten können mit dem Export-Befehl auf der Harddisk im B16, TIFF, FITS, BMP oder ASCII-Format gespeichert werden. Detaillierte Infos finden Sie im Kapitel „Speicherformate“.

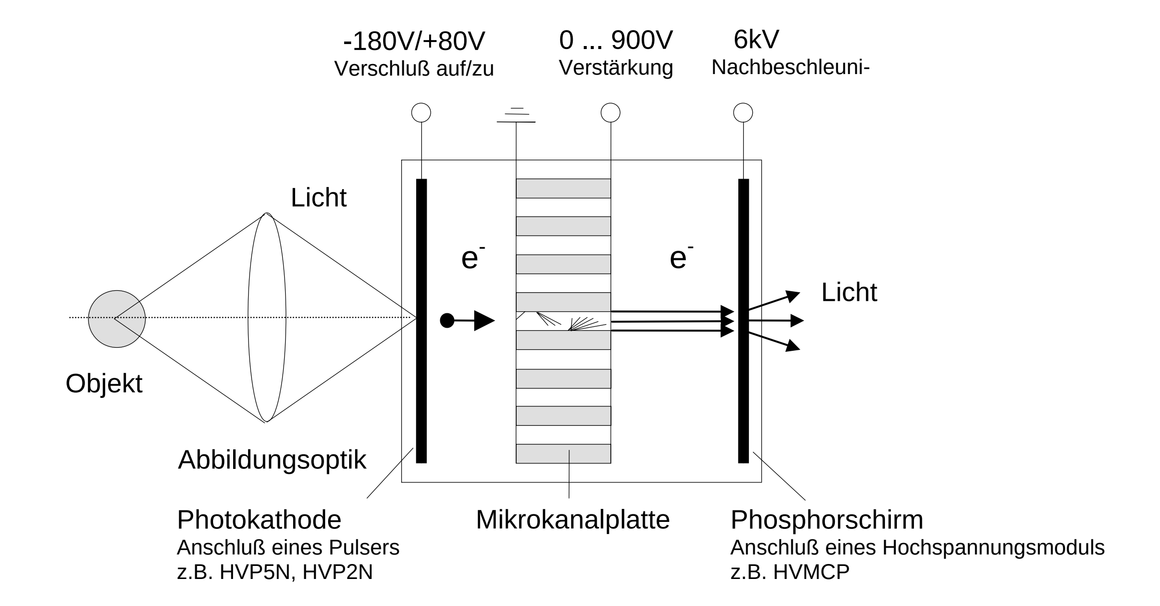
Darstellung

Die Kamera, die 12 Bit Bilder aufnimmt, löst zwischen Schwarz und Weiß mit 4096 (2E12) Graustufen auf, die Monitordarstellung des Bildes ist jedoch auf 8 Bit und damit 256 (2E8) Graustufen begrenzt. Der Anwender kann durch die Funktion ‚Convert Control' den Bereich aus den aufgenommenen 12 Bit auswählen, der mit 8 Bit dargestellt werden soll.



2.2 Prinzip der Bildverstärkung

Anhand nachfolgender Skizze wird die prinzipielle Wirkungsweise von MCP-Bildverstärkern erklärt:



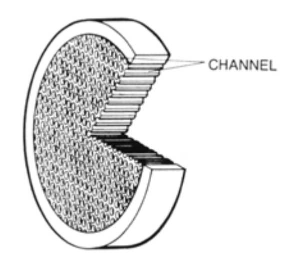
Das vom Objekt kommende Licht löst auf der Photokathode Photoelektronen aus. Diese treffen auf eine Mikrokanalplatte (*micro channel plate*, kurz MCP), in der sie durch Sekundärelektronenvervielfachung vermehrt werden. Schließlich werden sie auf einen Phosphorschirm hin beschleunigt und regen diesen zum Leuchten an.

Photokathode

Die Photokathode besteht aus einer dünnen Schicht eines Materials mit niedriger Austrittsarbeit für Elektronen und bietet hohe Quantenausbeute bis hin zu langen Wellenlängen. Durch die Wahl von Material und Schichtdicke kann die spektrale Empfindlichkeit vom nahen UV bis in den Bereich des nahen IR variiert werden. Die Quantenausbeute (Zahl der Photoelektronen durch Zahl der Photonen) liegt bei vielen Materialien bei 10 % oder besser. Durch die Wahl der Spannung an der Photokathode können die Elektronen auf die MCP hin beschleunigt werden (neg. Spannung) oder sie verbleiben in der Photokathode (pos. Spannung). Diese Eigenschaft erlaubt es, den Bildverstärker auf einfache Weise als elektronischen Verschluß zu benutzen. Dabei muß nicht die gesamte am Bildverstärker anliegende Spannung von einigen kV geschaltet werden, sondern es genügt ein Spannungshub von 200 - 250 V an der Photokathode, um ein Öffnungsverhältnis von $1:10^7$ zu erreichen.
Leistungsfähige "Hochspannungs"-Pulsgeneratoren erreichen dabei Verschlußöffnungszeiten von wenigen Nanosekunden. Sie können die kapazitive Last (ca. 100pF) der Photokathode mit einer Flankensteilheit von 1-2ns schalten.

Achtung Die Photokathode des Bildverstärkers ist das empfindlichste Teil der Kamera. Entscheidend für die Lebensdauer der Photokathode ist der Photokathodenstrom (Photoeffekt).
Die Photokathode wird geschont, wenn eine hohe Verstärkung (Gain) gewählt wird, da zur Vollaussteuerung des CCDs nur wenig Eingangslicht notwendig ist, d.h. ein geringer Photokathodenstrom fließt.
Die Lebensdauer hängt auch von der Anzahl der Belichtungen ab, ob es sich um Einzelbelichtungen oder um eine hohe Belichtungsfolge handelt.

Mikrokanalplatte (MCP)

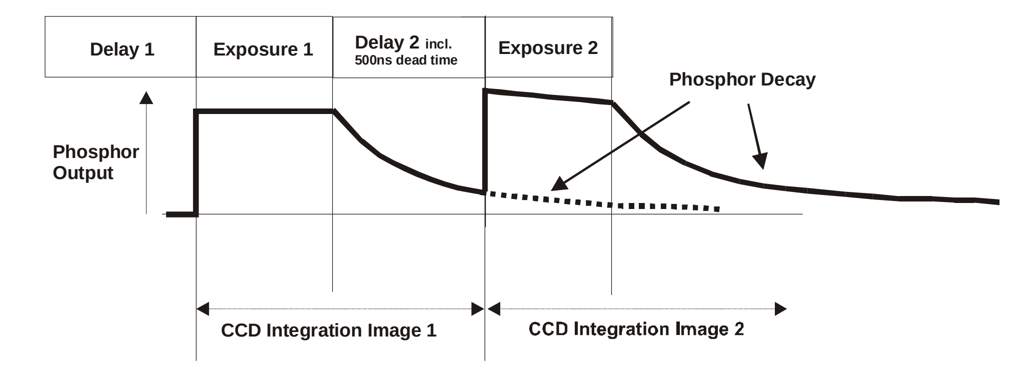


Die Vervielfachung der Photoelektronen geschieht in einer Mikrokanalplatte (micro channel plate), die aus Bleiglas gefertigt ist und 10^6- 10^7 kleine Kanäle des Durchmessers von typisch 6µm und der Länge von ca. 0,5mm beinhaltet. Jeder Kanal stellt einen Photomultiplier dar, bei dem die Dynoden durch eine einzige halbleitende Oberfläche ersetzt sind.
Die Herstellung solcher Mikrokanalplatten ist ein technologisch komplizierter Vorgang, wobei die späteren Eigenschaften in weiten Bereichen gezielt beeinflußt werden können. Der Verstärkungsgrad hängt vor allem von zwei Parametern ab, dem Verhältnis von Länge zu Durchmesser der Kanäle und von der angelegten Spannung. Die Lichtverstärkung des Bildverstärkers ist damit allein durch die angelegte Beschleunigungsspannung variierbar und liegt zwischen 0 und 10^4 für den hier beschriebenen Typ.

Phosphorschirm Die Elektronen werden schließlich durch eine Spannung von einigen kV auf einen Phosphorschirm beschleunigt und regen diesen zum Leuchten an. Bei der Wahl des geeigneten Leuchtschirms spielt vor allem die Energieausbeute und die Nachleuchtdauer eine Rolle. Die Nachleuchtdauer kann von wenigen ns bis zu einigen Sekunden je nach verwendetem Phosphor variieren und muß sorgfältig auf die Anwendung abgestimmt sein.

Bei der Betriebsart ‘Double Trigger Mode’ werden 2 Belichtungen in kurzer Folge durchgeführt. Hier ist die Phosphor Nachleuchtdauer von entscheidender Bedeutung und es sollte daher ein schneller Phosphor verwendet werden.

Phosphor-Nachleuchten bei einer Doppelbelichtung:



Mit der ‚Phosphor Decay'-Zeit kann im CameraControl Fenster des Programms ‚CamWare' (siehe separate Anleitung) eine zusätzliche Wartezeit gewählt werden, bevor die 2. Belichtung startet.

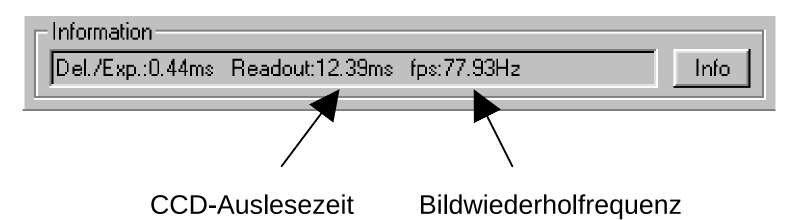
Allgemeine Eigenschaften

Die gesamte Einheit *Photokathode - MCP-Phosphorschirm* ist in Glas eingeschweißt und befindet sich in Hochvakuum, um Wechselwirkungen der Elektronen mit den Gasatomen zu vermeiden. Trifft dennoch ein Elektron ein Gasatom, so entsteht ein positives Ion, das auf die Photokathode hin beschleunigt wird und dort störende Elektronen auslöst (Ion feed-back).
Aus Gründen der optischen Anpassung werden Bildverstärker oft mit Ein- und Ausgangsfenster aus Fiberglas hergestellt. Dabei verschiebt sich die Bildebene aus dem Inneren des Bildverstärkers an seine Oberflächen und erleichtert die Einbindung in Kamerasysteme.

Bei hoher Beleuchtung tritt in den Kanälen der MCP ein Sättigungseffekt ein, der die erreichbare Verstärkung drastisch reduziert. Zu hohe Eingangsbeleuchtungsstärken können zur Zerstörung des gesamten Bildverstärkers oder zu lokalen Einbrennvorgängen führen. Es reicht bereits eine lange Belichtungszeit bei Raumbeleuchtung oder sogar kurze, reflektierende Laserblitze, um in die Photokathodenschicht schwarze, irreparable Flecken einzubrennen.
Durch entsprechende Konverter (UV, IR) kann die spektrale Empfindlichkeit in andere Bereiche verschoben werden.
Mit offenen MCP-Bildverstärkern ohne Photokathode, die direkt an eine Versuchsapparatur angeschlossen sind, lassen sich außerdem Röntgenstrahlen, Elektronen und andere geladene Teilchen nachweisen.

3. Timing

Im Info-Feld von **Camera Control** werden immer die tatsächliche Auslesezeit und Bildwiederholfrequenz („frames per second“, fps), je nach gewählter Einstellung (ROI, Binning), angezeigt.



Pulsertyp

Für die nachfolgenden Triggermodi der DiCAM-PRO unterscheiden sich die Delay- und Exposure-Zeiten vom eingebauten Pulsermodul HVP3X.

Pulsertyp	minimale Pulslänge
HVP3X-3	3ns
HVP3X-5	5ns
HVP3X-20	20ns

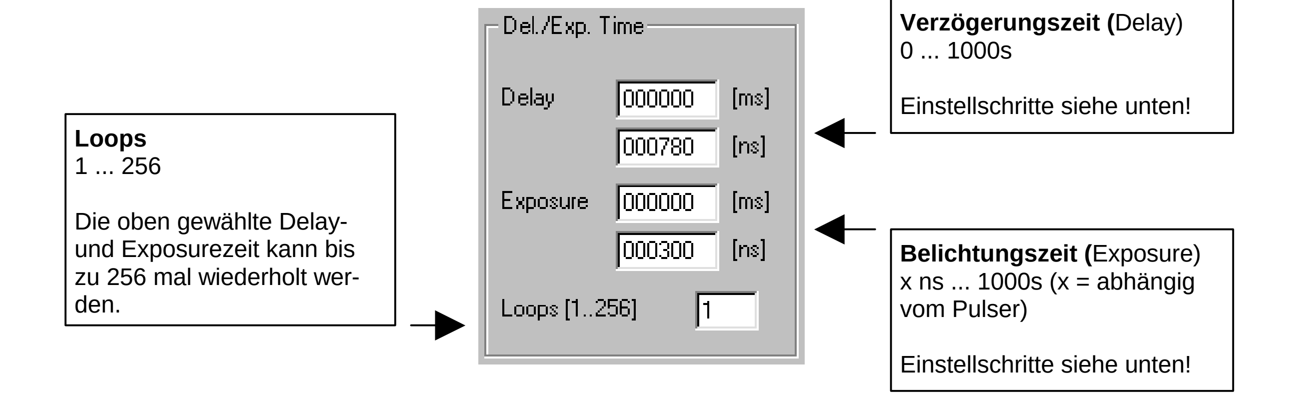
Wenn Sie mit der Kamera **Einzelaufnahmen** machen wollen, blättern Sie bitte auf die nächste Seite zum Thema
DiCAM-PRO im ‘Single Trigger Mode’.

Wenn Sie mit der Kamera **Mehrfachbelichtungen** machen wollen, blättern Sie bitte auf die Seite 24 zum Thema
DiCAM-PRO im ‘Multi Trigger Mode’.

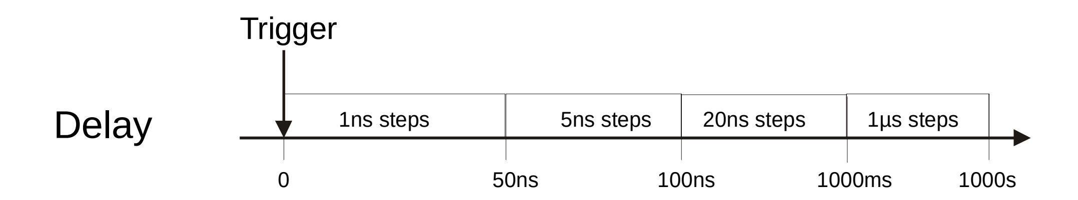
Wenn Sie mit der Kamera **Doppelbelichtungen** machen wollen, blättern Sie bitte auf die Seite 26 zum Thema
DiCAM-PRO im ‘Double Trigger Mode’.

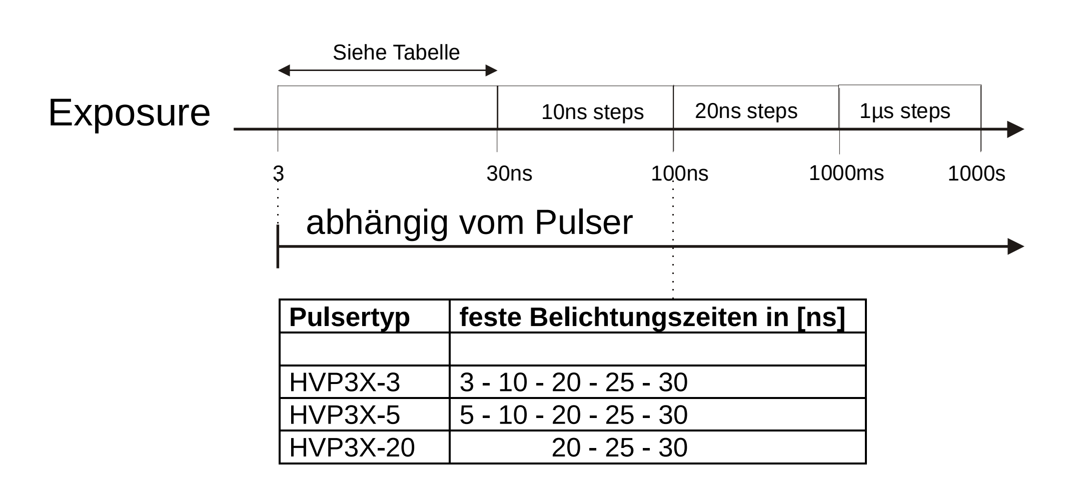
3.1 DiCAM-PRO im Single Trigger Mode

Single Trigger Mode	< 20ns	≥ 20ns
max. Pulsfrequenz	3,3 KHz	2 MHz
daraus resultierender Abstand zwischen zwei Belichtungen	300µs	500ns



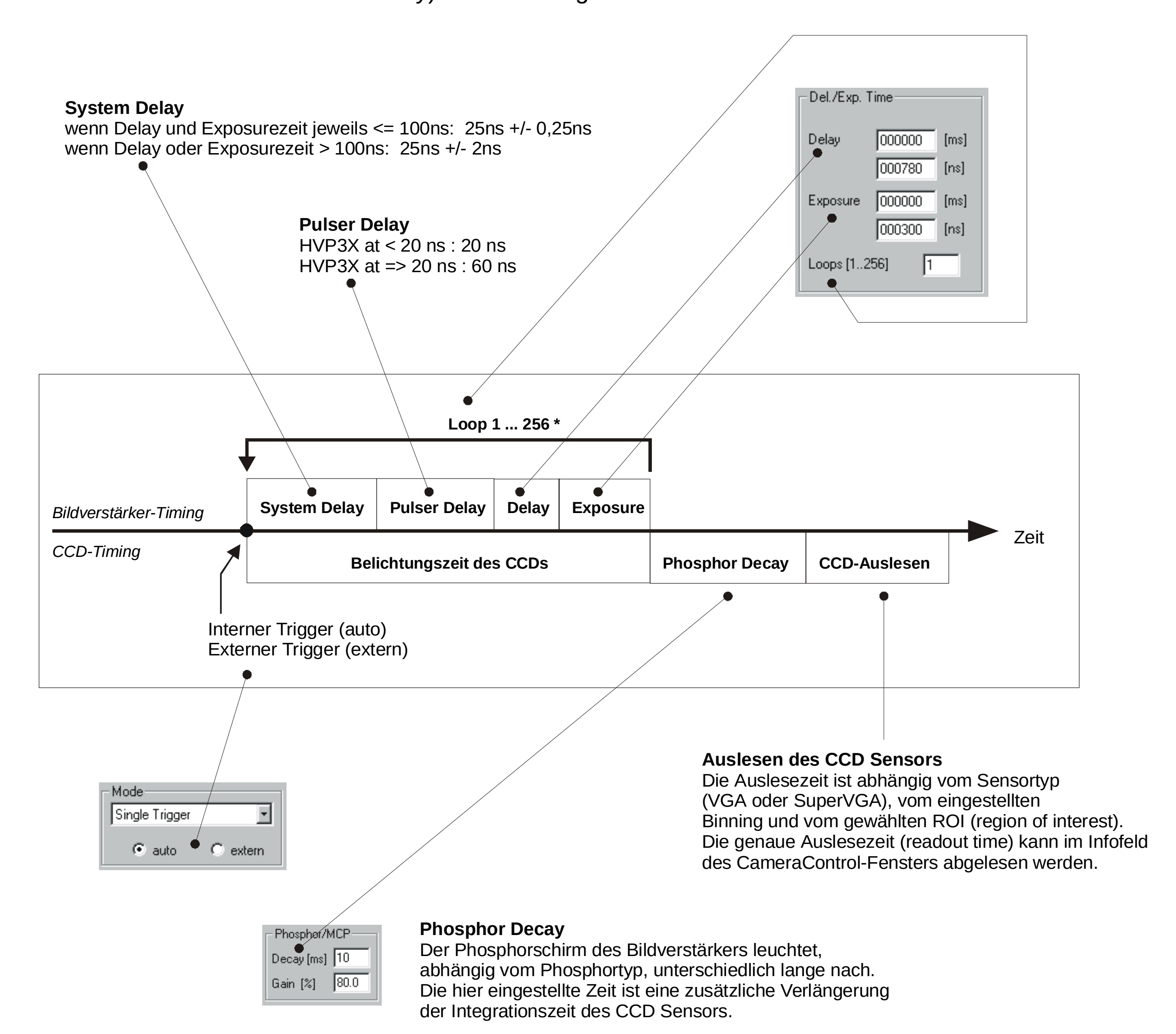
Einstellbare Delay- und Exposure-Zeiten
Nachfolgend finden Sie eine Übersicht der erlaubten Delay- und Exposurezeiten.





Pulsertyp	feste Belichtungszeiten in [ns]
HVP3X-3	3 - 10 - 20 - 25 - 30
HVP3X-5	5 - 10 - 20 - 25 - 30
HVP3X-20	20 - 25 - 30

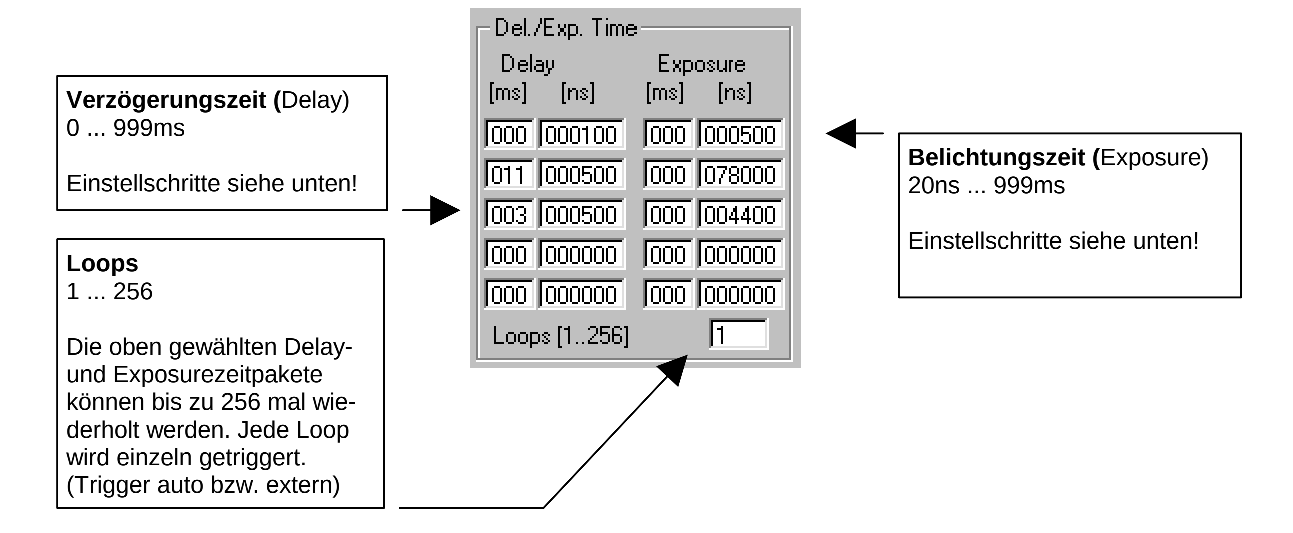
Beim Timing der DICAM-PRO ist zusätzlich zu den gewählten Delay- und Exposurezeiten die System-Delay und Pulser-Delay-Zeit zu berücksichtigen. Diese ist vom System fest vorgegeben und kann nur bedingt beeinflußt werden. Das Nachleuchten des Phosphorschirms am Bildverstärker kann durch eine zusätzliche CCD Ausleseverzögerungszeit (Phosphor Decay) berücksichtigt werden.



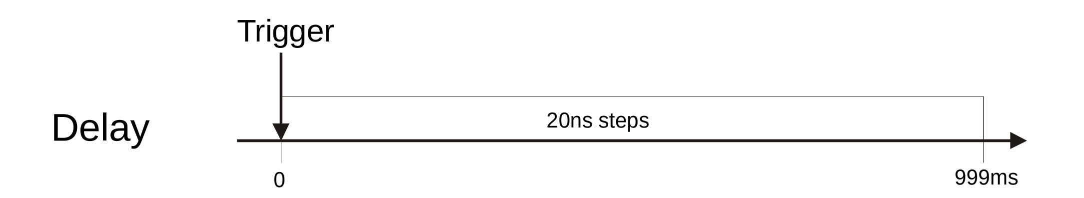
* Für Belichtungszeiten <20ns bietet die Loop Funktion die Möglichkeit der Mehrfachbelichtung.
Mehrfachbelichtungen mit Belichtungszeiten >20ns sollten im ‘Multi Trigger Mode’ bzw. im ‘Double Trigger Mode’ gemacht werden.
Die Loop-Funktion benötigt intern pro Loop zusätzlich 5x64µs (VGA Sensor) bzw. 5x117µs (SuperVGA Sensor).

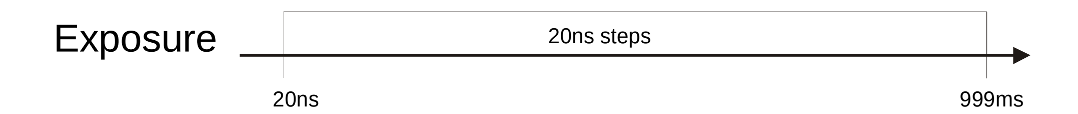
3.2 DiCAM-PRO im Multi Trigger Mode

Multi Trigger Mode	< 20ns	≥ 20ns
max. Pulsfrequenz	nicht erlaubt	2 MHz
daraus resultierender Abstand zwischen zwei Belichtungen	nicht erlaubt	500ns

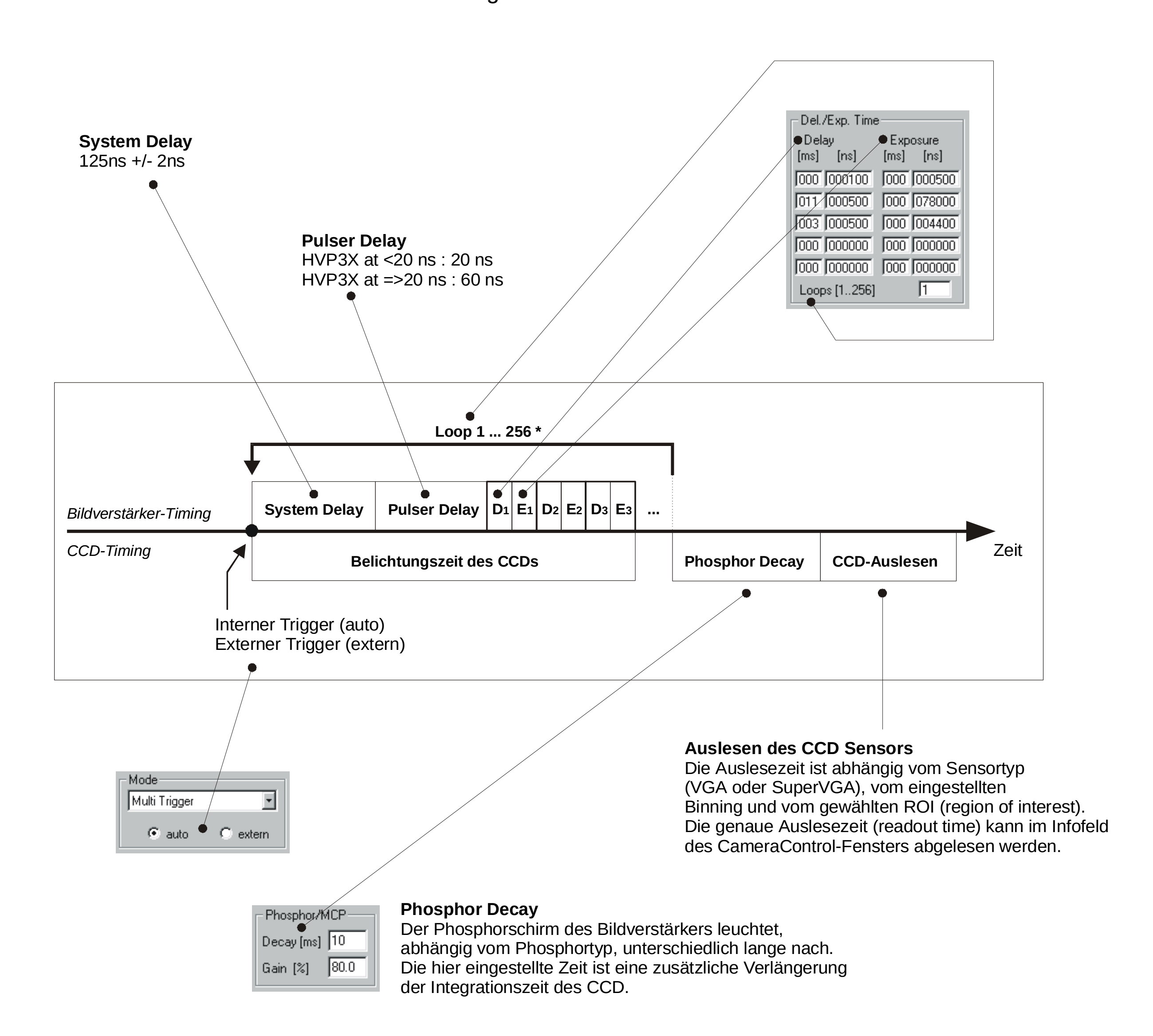


Einstellbare Delay- und Exposure-Zeiten
Nachfolgend finden Sie eine Übersicht der erlaubten Delay- und Exposurezeiten.





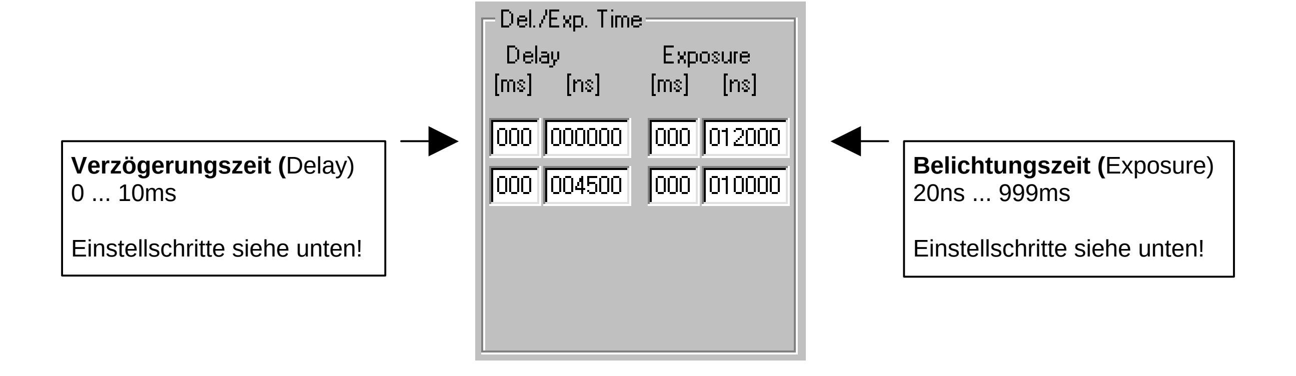
Beim Timing der DICAM-PRO ist zusätzlich zu den gewählten Delay- und Exposurezeiten die System-Delay und Pulser-Delay-Zeit zu berücksichtigen. Diese ist vom System fest vorgegeben und kann nur bedingt beeinflußt werden. Das Nachleuchten des Phosphorschirms am Bildverstärker kann durch eine zusätzliche CCD Integrationszeit (Phosphor Decay) berücksichtigt werden.



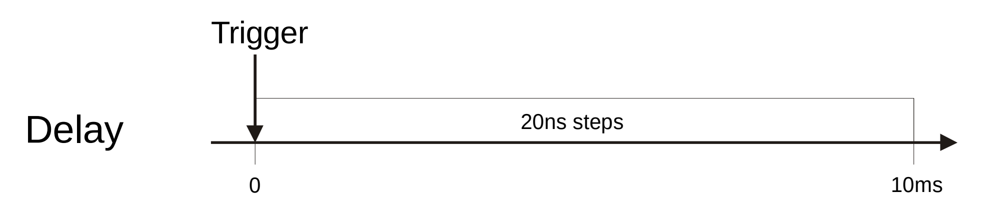
* Die Loop-Funktion benötigt intern pro Loop zusätzlich ca. 700ns.

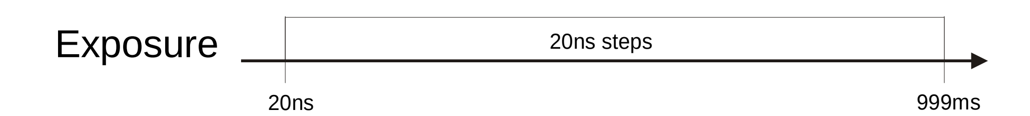
3.3 DiCAM-PRO im Double Trigger Mode

Double Trigger Mode	< 20ns	≥ 20ns
max. Pulsfrequenz daraus resultierender Abstand zwischen zwei Belichtungen	nicht erlaubt	2 MHz 500ns
min. Belichtungszeit		20ns
'dead time' zwischen den beiden Belichtungen		500ns



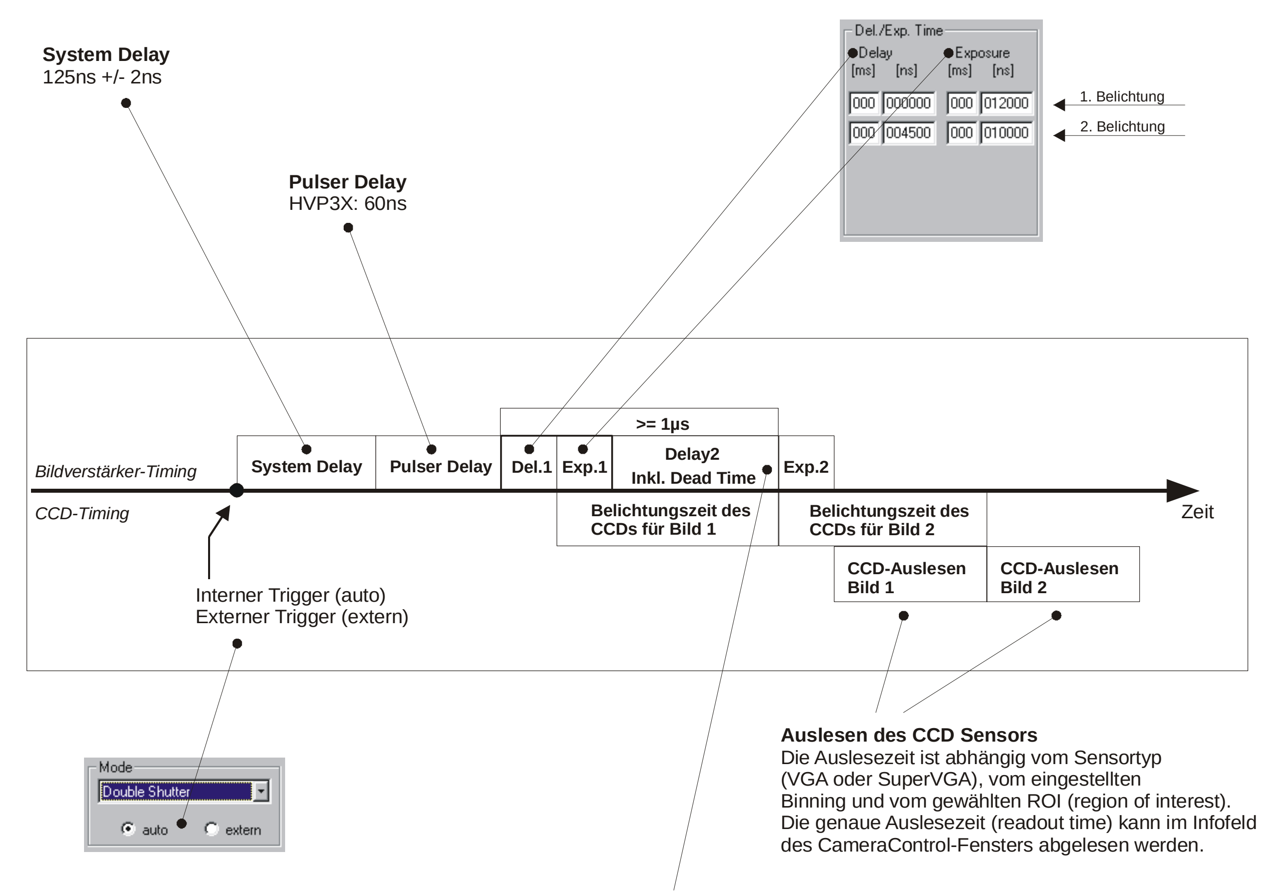
Einstellbare Delay- und Exposure-Zeiten
Nachfolgend finden Sie eine Übersicht der erlaubten Delay- und Exposurezeiten.





Beim Timing der DICAM-PRO ist zusätzlich zu den gewählten Delay- und Exposurezeiten die System-Delay und Pulser-Delay-Zeit zu berücksichtigen. Diese ist vom System fest vorgegeben und kann nur bedingt beeinflußt werden.

Tip Der Double Trigger Modus sollte nur dann verwendet werden, wenn die Zeit zwischen den beiden Belichtungen sehr kurz sein sollte. Andernfalls sollte die Kamera im Single- bzw. Multi Trigger Mode betrieben werden.



4. Triggersteuerung

Die DiCAM-PRO kann intern über die Software und extern über den Triggereingang an des Kamerarückseite getriggert werden. Bei externer Triggerung kann zusätzlich zwischen einem elektrischen und einem optischen Trigger gewählt werden.

Elektrischer Triggereingang

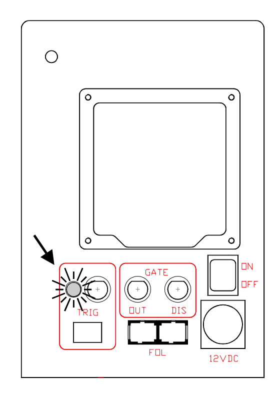
Es wird ein TTL Signal (5V), high aktiv, flankenaktiv benötigt Die Anstiegszeit sollte <20ns sein.
Intern liegt der Eingang mit 1kΩ auf Masse.

Optischer Triggereingang

Das Triggersignal muß mindestens 10ns anliegen. Eine Lichtleistung von 1mW ist ausreichend.

Triggeranzeige (LED)

Auf der Kamerarückwand befindet sich im Segment TRIG eine Leuchtdiode, die durch drei Farben folgende Farbzustände anzeigt:

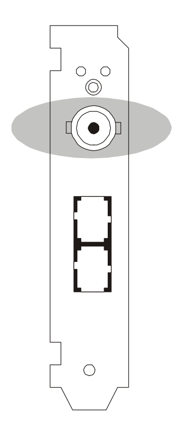


orange Während der Zeit zwischen Triggersignal und Auslesen des CCD Sensors leuchtet die LED orange.

rot Zu Beginn des Auslesens des CCD Sensors leuchtet die LED für ca. 10ms rot und wechselt dann in den Zustand grün.

grün Nachdem die LED von rot auf grün gewechselt ist, bleibt sie im Zustand grün, bis ein neues Triggersignal erfolgt.

BNC Buchse am PCI-Board



Die BNC-Buchse am PCI-Board hat für die Kamera DiCAM-PRO keine Funktion.

5. Kontrollsignale

An der Kamerarückwand befinden sich die beiden nachfolgend beschriebenen BNC-Buchsen:

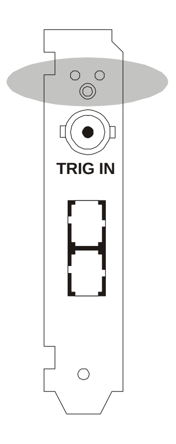
GATE OUT

High aktiver TTL-Kontrollausgang
Für Belichtungszeiten >20ns wird die Photokathoden Ein-Zeit als high-aktives TTL-Signal angezeigt. GATE OUT beginnt 60ns vor der Ein-Zeit und endet 60ns vor der Aus-Zeit (Pulser-Delay).
Für Belichtungen <20ns beträgt GATE OUT immer 100ns.

GATE DIS

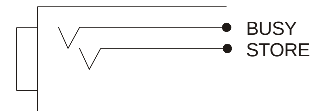
Low-aktiver TTL-Kontrolleingang
Während der Photokathoden Ein-Zeit kann durch ein low-aktives TTL-Signal die Ein-Zeit unterdrückt (disabled) werden.
Beachten Sie, daß dieser Kontrolleingang nur für Belichtungen >20ns aktiviert werden darf.

Klinkenbuchse am PCI-Board

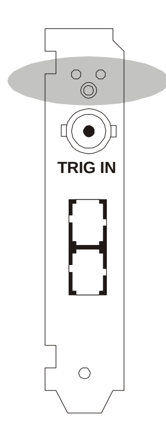


Die 3,5mm Stereo-Klinkenbuchse am PCI-Board hat eine doppelte Funktion:

Funktion 1: BUSY Signal
Dieser Kontrollausgang signalisiert, ob die Kamera bereit ist, ein neues Triggersignal aufzunehmen. Während das Signal BUSY aktiv ist, wird ein externes Triggersignal ignoriert.
Die BUSY-Signalflanke hängt von der gewählten Triggereingangsflanke des TRIG IN Signals ab. Wenn als Triggereingang die fallende Flanke gewählt wurde (im Camera Control Fenster), dann bedeutet Ausgangssignal low, dass die Kamera BUSY ist und Ausgangssignal high, dass die Kamera wieder bereit ist, ein neues Triggersignal zu verarbeiten.



Funktion 2: STORE Signal
Kontrollausgang (high aktiv)
STORE signalisiert den Datentransfer von der Kamera zum PCI-Board.



Leuchtdioden am PCI-Board

Es befinden sich zwei Leuchtdioden am Metallhalter des PCI-Boards:

Grüne LED
Kontroll LED, wenn Verbindung zwischen Kamera und PCI-Board in Ordnung ist.
Mögliche Ursachen, wenn diese LED **nicht** leuchtet:
- Kabel nicht eingesteckt
- Kabel defekt

Rote LED
Diese LED signalisiert den DMA Datentransfer über den PCI-Bus vom Speicher des PCI-Boards zum Arbeitsspeicher des Rechners.

6. Software

Applikationssoftware

Im Lieferumfang der Kamera ist das Programm **CamWare** enthalten. Mit diesem Programm kann die Kamera komplett gesteuert und es können Bilder dargestellt und abgespeichert werden.
Detaillierte Infos zu CamWare entnehmen Sie bitte der separaten Bedienungsanleitung ‚CamWare'.

Plug-Ins

Für die nachfolgend aufgeführten Bildverarbeitungs- oder Bildanalyseprogramme gibt es Plug-Ins. Damit können die Kommandos für die Kamerasteuerung direkt aus dem jeweiligen Programm aufgerufen werden.

- OPTIMAS, ab Version 6.1(Media Cybernetics)
- Image-Pro Plus, ab Version 3.0 (Media Cybernetics)
- LabView (National Instruments)

Informationen zu den oben genannten Programmen erhalten Sie jederzeit auf Anfrage. Sollte Ihre Anwendersoftware nicht dabei sein, so sprechen Sie mit dem Vertrieb von PCO.

Software Development Kit

Wenn Sie eigene Programme geschrieben haben oder die Steuerung in bestehende Programme selbst vornehmen wollen, so können Sie mit dem Software Development Kit (SDK) die Kamerasteuerung jederzeit als DLL-File einbinden.

Folgende SDK's mit ausführlicher Beschreibung sind erhältlich:

- SDK für Windows 9x/ME/2000/NT/XP
- SDK für Linux

Sie befinden sich auf der CD-ROM oder können vom Internet herunter geladen werden (http://www.pco.de).

Treiber

Zum Betrieb des Kamerasystems stehen ein Twain Treiber und folgende PCI-Board Treiber zur Verfügung:

- PCI-Board Treiber für Windows 9x/ME/2000/XP
- PCI-Board Treiber für Windows NT
- PCI-Board Treiber für Linux

Die Treiber befinden sich auf der beigefügten CD-ROM oder können vom Internet kostenlos herunter geladen werden (http://www.pco.de).

7. Wartung, Pflege- und Reinigungshinweise

Wartung und Pflege der Kamera

Die Kamera ist wartungsfrei konstruiert.
Sie ist vom Werk so eingestellt, daß sie keinerlei spezieller Inspektion bedarf.

Beim Arbeiten mit der Kamera ist darauf zu achten, daß sie keinen harten Stößen ausgesetzt wird.
Das Gerät ist vor Feuchtigkeit und extremen Temperaturschwankungen zu schützen. Vermeiden Sie direktes Sonnenlicht, da sich das Kameragehäuse unnötig aufheizt und die integrierte Kühlung nicht mehr gewährleistet werden kann. Die Luftöffnungen auf der Gehäuseunterseite und Gehäuserückseite sind freizuhalten.

Beim Einschrauben des Objektives ist besonders darauf zu achten, das dies nicht unter großer Krafteinwirkung geschieht.

Sollte eine Reinigung des Gehäuses notwendig sein, ist ein weiches, trockenes Tuch zu verwenden.

Reinigung der Optik

Prinzipiell stellt jeder Reinigungsvorgang eine **Gefahr für die Glasoberfläche** dar. Reinigen Sie deshalb nur, wenn dies unbedingt erforderlich ist!

Bevor Sie mit optischen Reinigungsmitteln arbeiten, versuchen Sie die Schmutzpartikel mit trockener Luft auszublasen. Wischen Sie bitte nie auf der Glasoberfläche im trockenen Zustand.
Sollten sich die Schmutzpartikel dadurch nicht entfernen lassen, so müssen speziell geeignete Reinigungsmittel verwendet werden. Geeignete Reinigungsmittel für optische Teile sind reiner Alkohol, reines Aceton oder Reinigungsmittel, die Sie in Fotofachgeschäften erhalten. Verwenden Sie ein getränktes Wattestäbchen und achten Sie, daß ausschließlich auf der Glasoberfläche gewischt wird und nicht auf Metalloberflächen, wie z.B. dem Objektiv-Gewinde. Es können dadurch mikrofeine Schmutzpartikel abgelöst und irreparable Kratzer auf der Glasoberfläche verursacht werden.
Verwenden Sie **auf gar keinen Fall** scharfe Reinigungsmittel wie Reinigungsbenzin, Spiritus, Nitrolösungen, etc., wie sie häufig in Labors zu finden sind. Solche aggressiven Mittel können die Oberflächenstruktur angreifen und verändern.

Tip Um möglichst wenig Schmutz auf die Optik zu bekommen, empfiehlt es sich generell, nach Abnehmen des Objektives **sofort** die Schutzkappe anzubringen und die Kamera nie ohne Objektiv oder ohne Schutzkappe zu montieren.

Es kann für Beschädigungen auf der Glasoberfläche, die durch falsche Reinigung verursacht wurden, keine Gewährleistung übernommen werden.

Reinigung des Lichtwellenleiters

Der Lichtwellenleiter und die Anschlußbuchse sollten ausschließlich mit staubfreier Druckluft gereinigt werden. Es handelt sich bei dem Lichtwellenleiter um eine Glasfaser mit 64µm Durchmesser.
Die Schutzkappen sollten sofort nach Abstecken auf die Buchse bzw. den Stecker aufgebracht werden, um eine Verschmutzung zu vermeiden.

8. Anhang

Kundenservice

Haben Sie ein Problem oder eine Frage, die in dieser Bedienungsanleitung nicht geklärt wurde, geben wir Ihnen schnellstmöglich Hilfe ...

... per Telefon 09441/2005-0
... per Fax 09441/2005-20
... per Email support@pco.de
... per Post PCO AG
Donaupark 11
93309 Kelheim

Zur schnellen Beantwortung Ihrer Fragen benötigen wir folgende Angaben:

- Kurze Beschreibung des aufgetretenen Problems
- Versuchsbedingungen
- Eingestellte Werte
- Verwendete Kamera-Software und Versionsnummer
- Seriennummer auf dem silbernen Typenschild an der Kameraunterseite
- Seriennummer des PCI-Boards (520 ... oder 525 ...)
- Betriebssystem
- Prozessortyp des Rechners
- Arbeitsspeicher
- Grafikkarte
- Grafikeinstellungen

Gewährleistung

Für das Kamerasystem (inkl. PCI-Board) gilt die gesetzliche Gewährleistung. Hiervon ausgenommen ist der Bildverstärker. Hier gilt die Gewährleistungszeit des Bildverstärkerherstellers, die mit 2000 Betriebsstunden (Photokathoden Ein-Zeit) festgelegt ist.
Sie Anspruch auf unentgeltliche Reparatur oder Ersatz, wenn das System innerhalb der Gewährleistungsfrist nachweislich defekt wurde und an PCO übergeben wird. PCO ist für Folgeschäden nicht verantwortlich.
Bevor Sie das Kamerasystem zurückschicken, nehmen Sie bitte mit PCO Kontakt auf.
Achten Sie beim Verschicken auf eine ausreichende Verpackung (evtl. Originalverpackung aufbewahren).

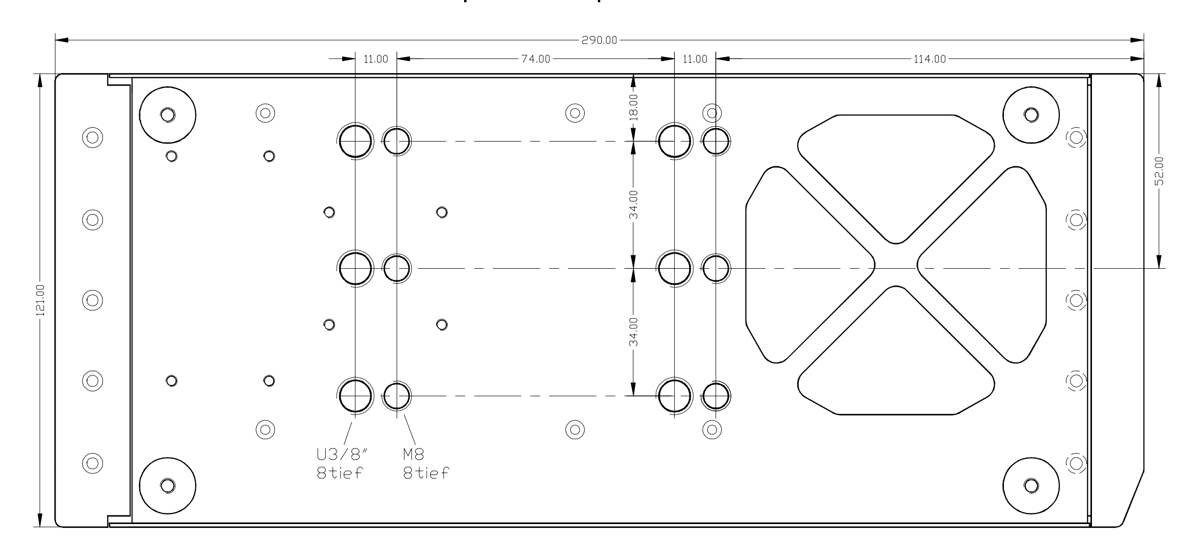
Achtung Mit dem Öffnen des Kameragehäuses oder bei unsachgemäßer Handhabung (z.B. Zerstörung durch elektrostatische Aufladung, Zerstörung des Bildverstärkers durch zuviel Licht, verkratztes Eingangsfenster durch falsche Reinigungsmethode) erlischt der Gewährleistungsanspruch.

CE Zertifizierung

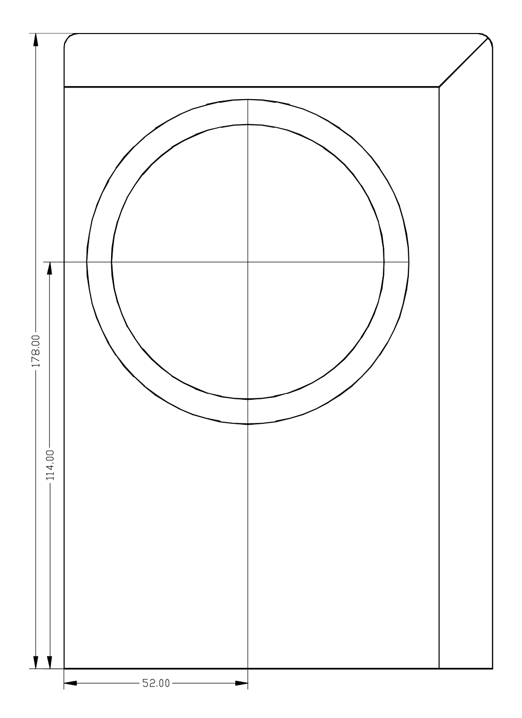
Die SensiCam besitzt das CE-Zeichen und erfüllt die nach der „EMV Richtlinie der EG (89/336/EWG)“ geforderten Anforderungen.

Abmessungen und Gewicht

Bodenplatte mit Positionsangabe der Gewinde zur Befestigung der Kamera. Die Achse durch die beiden mittleren Bohrungen entspricht der optischen Achse.



Frontansicht der Kamera mit Zentrum der optischen Achse



Gewicht der Kamera: ca. 7kg

Systemdaten

Image Intensifier
see separate data sheet 'specification of the image intensifier'

Power and Gating Supply for the Image Intensifier	
Phosphor Voltage	6 ... 7kV, internally adjusted, ripple ±15mV
MCP Voltage	0 ... 900V, externally adjusted, ripple ±15mV
Photocathode Voltage	on: -180V, off: +80V
Gating Module HVP3X	In **Ultra Fast Gatin**g mode: min. pulse width: 5ns, optional 3ns, 1.5ns max. pulsing frequency: 3.3kHz In **High Rate Gating** mode: min. pulse width: 20ns max. pulsing frequency: 2MHz

Optical Coupling (Ultra Speed Tandem Lens)	
Collimator Lens	Rodenstock F2.5/105mm
Output Lens	F1.0/33mm or F1.5/46mm
Quantum Efficiency (typ.)	> 22%
Vignetting	< 3%
Resolution	> 60 lp/mm
Scaling Rates 18mm and VGA sensor 25mm and VGA sensor 25mm and SuperVGA sensor	 1:2.17 1:3 1:2.17

CCD Data	VGA	SuperVGA
Sensor Type	CCD-Interline Progressive Scan with "lens-on-chip"	
Number of Pixels	640(H) x 480(V)	1280(H) x 1024(V)
Pixel Size	9.9µm x 9.9µm	6.7µm x 6.7µm
Sensor Format	½"	2/3"
Scan Area	6.3mm x 4.8mm	8.6mm x 6.9mm
Cooling Type	2-stage peltier cooler with forced air cooling	
CCD Temperature	-15°C	-12°C
Full Well Capacity	35.000 e^-	25.000 e^-
Scan Rate	12.5 MHz	12.5 MHz
Readout Noise @12.5 MHz	13 ... 14 e^-	7 ... 8 e^-
A/D-Converter	12 Bit @12.5MHz	
A/D Conversion Factor	7.5 e^-/count	5 e^-/count
Max. Quantum Efficiency monochrome, @ 520nm	≥ 40%	
Spectral Response (monochrome)	280 ... 1000nm	
Average Dark Charge [7)]	< 0.1 e^-/pixel·sec	< 0.1 e^-/pixel·sec
Extinction Ratio [1)]	1:2000	1:2000

x) Siehe „Definitions and Measurement Conditions"

CCD Data	VGA	SuperVGA
Smear [2)]	< 0.005%	< 0.005%
Anti Blooming [3)]	> 1000	> 1000
CCD Quality	grade 0	grade 0
Non-Linearity	< 1%	< 1%
Readout Time (Full Frame)	30 fps	8 fps
Binning Horizontal	1...8	
Binning Vertical	1...128	
Blemishes		
Point Defects [4)]	0	0
Cluster Defects [5)]	0	0
Column Defects [6)]	0	0
Warm Pixels [7)] typ.		
# pixels > 100 e⁻	0	0
# pixels > 5 e⁻	0 - 2	0 - 2
# pixels > 1 e⁻	250 - 1000	500 - 2000
Non-Uniformity in darkness [8)] typ.	1 count	1 count
Non-Uniformity in brightness [9)] typ.	0.2%	0.6%
# pixels > 12%	0	0
# pixels 8 ... 12%	0	0 - 2
# pixels 4 ... 8%	0	10 - 50
# pixels 2 ... 4%	0 - 5	n.a.
Optical Input	C-Mount with adjustable focus length	
Dimension	Head: 93(W) x 78(H) x 210(L) mm	
Weight	8 kg	
Operating Temperature	0...40°C	
Storage Temperature	-20...+70°C	
Humidity	10...90% non condensing	

High Speed Serial Link	
High Speed Serial Link	standard: fiber optic link 10 ... 1500m, SC connectors

PCI-Interface Board	
Board	PCI Local Bus compatible, revision 2.1
Buffer RAM	16 MByte
Trigger Input	TTL level (rising/falling edge); BNC connector or FOL

Power Supply	
Power Supply	Desktop AC/DC 90...260V / 12V, IEC connector 12V / 4,5A

x) Siehe „Definitions and Measurement Conditions“

Definitions and Measurement Conditions

1) Extinction ratio
It is the ratio of “electronic shutter off“ V_{off} to “electronic shutter on“ V_{on}. It is measured with an exposure time set to 100ns and a pulsed laser diode (20ns) illumination. During exposure window (100ns) light is attenuated by a factor of 1:1000 grey filter, while out of the exposure window filter is removed.

Thus: $$E = \frac{V_{off}}{V_{on}} \cdot \frac{1}{1000}$$

2) Smear
The CCD is set to 40ms exposure time with an uniform illumination to achieve 50% of saturation (V50). Then the electronic shutter is closed (readout clock is stopped, charge drain is performed by the electronic shutter) and the illumination is set to 500 times over exposure. After 40ms the CCD is read out.
The measured output signal (V_{Sm}) is substituted in the following formula:

$$Sm = \frac{V_{Sm}}{V50} \cdot \frac{1}{500} \cdot 100\%$$

3) Anti Blooming
The factor of over exposure allowed to avoid blooming in the neighbouring pixels.

4) Point Defect
Measured under Conditions A:
A point defect is a pixel whose signal deviates by more than 3 counts from the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).
Measured under Conditions B:
A point defect is a pixel whose signal deviates by more than 12 % from the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).

5) Cluster Defect
Measured under Conditions A.
Is a group of 2 ... 6 contiguous defective pixels.

6) Column Defect, Row Defect
Measured under Conditions A.
Is a group of more than 6 contiguous defective pixels along a single column or row.

7) Warm Pixel / Dark Charge
Measured under Conditions C.
A pixel is considered a warm pixel, if it has an increased dark charge generation.
No test for FastShutter version.

8) Non-Uniformity in darkness, compared to neighbouring pixels
Measured under Conditions A.
Non-uniformity of a single pixel is the deviation in counts, compared to the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).

9) Non-Uniformity in brightness, compared to neighbouring pixels
Measured under Conditions A or B.
Non-uniformity of a single pixel is the deviation in %, compared to the mean value of 48 neighbouring pixels (7x7 array).

typical deviation $$d_{typ.} = \sum_{1}^{n} |d_x|$$

with n = 307,200 for VGA (640 x 480 pixels)
with n = 1,310,720 for SuperVGA (1280 x 1024

$$d_x = p_x - \sum_{1}^{48} \frac{p_n}{48}$$

d_x = deviation of the tested pixel
P_x = pixel to test
P_n = 48 neighbouring pixels (7x7 array)

Conditions for measurement

For all conditions the operating temperature is -15°C for VGA and -12°C for SuperVGA

A : exposure time 40ms
Binning H1, V1
256 images averaged
dark field conditions

B : exposure time 40ms
Binning H1, V1
256 images averaged
uniform illumination to yield 75% saturation (about 3,000 counts)

C : exposure time 200 s
Binning H1, V1
16 images averaged
dark field conditions

Sehr geehrter Kunde,

wir wünschen Ihnen viel Freude und Erfolg mit dieser Kamera.

Sollten Sie Verbesserungen oder Anregungen zu unseren Systemen haben, so lassen Sie uns das wissen.

Wir stehen Ihnen selbstverständlich auch nach dem Kauf der Kamera jederzeit zur Verfügung.

Ihr PCO Team



PCO AG
Donaupark 11
D-93309 Kelheim
fon: +49 (0)9441 2005 0
fax: +49 (0)9441 2005 20
eMail: info@pco.de
www.pco.de